

CLIPPEDIMAGE= JP401112687A  
PAT-NO: JP401112687A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01112687 A  
TITLE: PLATE-SHAPED HEATING ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: May 1, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAGAWA, KENICHI  
KOYAMA, SEIICHI  
KASHIHARA, MASANORI  
OKANO, NOBUO  
KAWASAKI, EIJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SUMITOMO METAL IND LTD  
NATL HOUSE IND CO LTD  
SUMIKIN KOZAI KOGYO KK

COUNTRY

N/A  
N/A  
N/A

APPL-NO: JP62271518  
APPL-DATE: October 26, 1987

INT-CL\_(IPC): H05B003/20  
US-CL-CURRENT: 219/553

ABSTRACT:

PURPOSE: To allow paper making and molding and decrease the dispersion of heating by dispersing and mixing an inorganic material mainly made of cement and aggregate and carbon fibers and conducting fine powder in the preset combination range and mixing pulp with it to form a plate-shaped heating element.

CONSTITUTION: The combination ratio of cement and aggregate of a plate-shaped heating element formed by dispersing and mixing an inorganic material mainly made of cement and aggregate and carbon fibers and conducting fine powder is set to the CaO/SiO<sub>2</sub> mol ratio of 0.4~1.5, and

the necessary amount  
of asbestos and/or beating-processed pulp are further  
mixed. In order to  
manufacture such plate-shaped heating element, the water  
5~15 times of the  
solid substance of the material thus combined is added and  
kneaded into slurry,  
which is formed into a plate shape by the paper making  
method, then it may be  
autoclave-cured to form the heating element.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-112687

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)5月1日

H 05 B 3/20

3 0 1

6744-3K

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 板状発熱体及びその製造方法

⑰ 特 願 昭62-271518

⑱ 出 願 昭62(1987)10月26日

⑲ 発 明 者 中 川 憲 一 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社総合技術研究所内

⑲ 発 明 者 小 山 清 一 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社総合技術研究所内

⑲ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑲ 出 願 人 ナショナル住宅産業株式会社 大阪府豊中市新千里西町1丁目1番12号

⑲ 出 願 人 住金鋼材工業株式会社 兵庫県尼崎市扶桑町2丁目1番地

⑲ 代 理 人 弁理士 蔦上 満好 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

板状発熱体及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

- (1) セメントと骨材を主成分とする無機材料に炭素繊維と導電性微粉末を分散混入して成形した板状発熱体において、前記セメントと骨材の混合比をCaO/SiO<sub>2</sub>モル比が0.4～1.5と成し、更に所要量の石棉及び／又は叩解処理したバルブを混入せしめたことを特徴とする板状発熱体。
- (2) セメントと骨材を主成分とする無機材料に炭素繊維と導電性微粉末を分散混入した板状発熱体を製造する方法において、前記セメントと骨材の混合比がCaO/SiO<sub>2</sub>モル比で0.4～1.5となるように調整した無機材料と、炭素繊維及び導電性微粉末と、更に所要量の石棉及び／又は叩解処理したバルブに、これら固体分の5～15倍の水を加え混練してスラリーと成し、このスラリーを抄造法にて板状に成形した後オートクレーブ養生することを特徴とする板状発熱体の

## 製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、住宅用暖房や屋根融雪等に利用され、通電することによって発熱する板状発熱体及びその製造方法の改良に関するものである。

(従来技術)

板状発熱体には、実開昭53-28941号公報に開示されているような線状発熱体を埋設したものや、実開昭58-2514号公報に開示されているような導電性材料を樹脂で固めたものがある。そして、これら板状発熱体は住宅の壁や床等に設置して暖房用に、また屋根や道路に設置して融雪用として使用されている。

これら板状発熱体のうち前者は安価であるという長所を有するものの、面全体を均一に加熱することが難しく、また発熱線の一箇所でも断線すると使用不可能になるという欠点を有するため、最近では後者のタイプが主流となりつつある。

そこで、本出願人らは後者のタイプの板状発熱

体を更に改良するものとして、セメントと珪砂を主成分とする無機材料中にカーボンファイバーやカーボンブラックを分散混合させたセメント系板状発熱体を特願昭61-280075号で提案した。

ところで、一般にセメント系成形体の製造方法としては、

- ① 型への流し込み方法、
  - ② 孔型ノズルからの押し出し方法、
  - ③ 水分を多くしたスラリーから抄造する方法、
- が用いられている。

しかしながら、②の押し出し方法は、水分を少なくした混練原料を使用しなければ押し出し成形後の保形性が得られず、一方水分を少くすると炭素繊維の分散性が悪くなり、発熱体として通電したときには発熱ムラが大きく、温度分布の不均一なものとなるという欠点がある。

また③の抄造法では、水分の混合割合が多く、炭素繊維にセメント、骨材等が十分に付着、捕捉されないために成形体を形成できなかった。

80075号で提案した板状発熱体の目的に加え、更に炭素繊維や導電性微粉末の分散性を向上させることにより、板内の発熱温度のバラツキを減少せしめ、かつ炭素繊維を二次元配向となして発熱効率を向上させ得る板状発熱体及びその製造方法を提供せんとするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明者らは、上記した問題点を解決するには抄造法で製造するのが最も良好であるとの考えのもと、種々検討を重ねた結果、以下の本発明を成立させた。

すなわち本発明の第1は、セメントと骨材を主成分とする無機材料に炭素繊維と導電性微粉末を分散混入して成形した板状発熱体において、前記セメントと骨材の混合比を $\text{CaO/SiO}_2$ モル比が0.4~1.5と成し、更に所要量の石綿及び/又は叩解処理したパルプを混入せしめたことを要旨とする板状発熱体である。

また本発明の第2は、セメントと骨材を主成分とする無機材料に炭素繊維と導電性微粉末を分散

従って、従来は①の流し込み方法によって製造されており、本出願人らの提案した板状発熱体もこの方法によって製造するものであった。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記①の流し込み方法によって得られる本出願人らが先に提案したセメント系板状発熱体においても次のような問題を内在していることがその後の研究・実験によって判明した。

- (i) 成型工程において、カーボンファイバー等の炭素繊維やカーボンブラック等の導電性微粉末を十分に分散させることができず、更に気泡の巻き込み等もあって成品となった後の通電時の発熱による温度分布が不均一になる。
- (ii) 炭素繊維の分散状態が三次元的なランダム配向となるため、仮に発熱体の端面から通電した場合には板面に対して垂直方向に向いた炭素繊維は発熱体として作用せず、発熱効率が悪い。

本発明は上記したような問題点に鑑みて成されたものであり、本出願人らが先に特願昭61-2

混入した板状発熱体を製造する方法において、前記セメントと骨材の混合比が $\text{CaO/SiO}_2$ モル比で0.4~1.5となるように調整した無機材料と、炭素繊維及び導電性微粉末と、更に所要量の石綿及び/又は叩解処理したパルプに、これら固体分の5~15倍の水を加え混練してスラリーと成し、このスラリーを抄造法にて板状に成形した後オートクレーブ養生することを要旨とする板状発熱体の製造方法である。

ここで固体分とは、セメント、骨材、炭素繊維、導電性微粉末、石綿及び/又は叩解パルプをいう。

本発明において、セメントと骨材の混合比を $\text{CaO/SiO}_2$ モル比で0.4~1.5としたのは、本発明の板状発熱体がオートクレーブ養生することを特徴としており、このオートクレーブ養生の効果を発揮させるためには前記混合比が最適だからである。

すなわち、骨材を混入しない場合、普通ポルトランドセメントの $\text{CaO/SiO}_2$ モル比は3.15となる(第2表参照)。このモル比3.15の骨材を混入し

ないものをオートクレープ養生をしないと、その曲げ強度は142 kg/cm<sup>2</sup>となり、オートクレープ養生によってこれより高強度となすには下記第1表の如くモル比0.4～1.5の範囲となすことが必要ことが明らかである。これはオートクレープ養生によりCaOとSiO<sub>2</sub>が反応し、板状発熱体を高強度となし、かつ寸法変化を小さくする範囲である。なお、高強度を必要とするのは、板状発熱体自体を構造物材として利用することも可能とするためである。

第1表

CaO/SiO <sub>2</sub> モル比	オートクレープ 養生の有無	曲 げ 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )
0.2	有	123
	無	111
0.4	有	145
	無	125
0.8	有	218
	無	128
1.2	有	169
	無	135
1.5	有	145
	無	137
3.15	有	125
	無	142

(炭素繊維 1.75 重量%, カーボンブラック 1 重量%)

しかし、集束タイプのものよりモノフィラメントタイプの方が好ましい。またこの炭素繊維は、発熱体の強度を高め、特に耐衝撃性や耐ひび割れ性を向上させる作用をもつためその長さは長いほどよいが、混練時の分散性を考慮すると3～10mmが好ましい。しかし、必ずしもその長さを限定するものではない。

導電性微粉末は、前記炭素繊維同士を電気的に結合させ、安定した発熱特性を保つためのものであるが、導電性であればよい。例えばカーボンブラック、黒鉛粉、ニッケル粉、鉄鉱石粉など種々対象となるものがある。その粒径は使用する炭素繊維の直径よりも小さい方が好ましい。これは導電性微粉末の役目がランダムに配向した炭素繊維同士を電気的に結合させることにあり、炭素繊維との接触の確率を高めるためには粒子が細かい方がよく、その結果発熱特性が安定するためである。

石棉と叩解処理したバルブは抄造成型時にスラリー中の固体分を捕捉し、炭素繊維の捕捉性を捕うものであるが、抄造成型の際にスラリー中の固

また本発明において、水を固体分の5～15倍としたのは、抄造によって炭素繊維を二次元的に配向させ可及的に均一に分散させるためである。

ところで、本発明にあっては石棉及び／又は叩解処理したバルブを混入し、抄造法と養生を併用するところに特徴を有し、使用する各種材料の種類については特に限定するものではない。

すなわち、セメントは発熱体を成形するための結合材であり、普通ポルトランドセメントが一般的であるが、早強ポルトランドセメント、その他の混合セメントでもよい。

骨材は前記セメントと結合して成形体を構成すると共に発熱体の強度と耐火性を高めるものであり、微粉砕砂が一般的であるが、その他の骨材でもよい。但し、強度を高めるためには好ましくは粒径が1mm以下で、かつSiO<sub>2</sub>分の含有率の大きなものの方がよい。

炭素繊維は通電により発熱させるために添加されるもので、発熱体として必須のものであるが、その種類はビッチ径、PAN系のいずれでもよい。

体分を十分捕捉するものであればその種類は特に限定しなくてもよい。バルブの叩解度は使用するセメント、骨材、導電性微粉末の種類やその配合条件、また石棉との併用有無などにより異なるが、一般的には20～70°SRの範囲で使用される。なお、石棉は抄造性を高めるものであるが、公害を引き起す物質であるため、使用は避ける方が好ましい。

本発明では、セメントと骨材の混合比を上記した範囲とする他は各材料の配合割合等を特に限定するものではない。その理由を以下に述べる。

一般に発熱体の性能は発熱量で示される。したがって、印加電圧と各発熱体の接続方法が決めれば発熱体に必要な抵抗が得られるが、接続方法、印加電圧は板状発熱体の使用条件によりそれぞれ異なることから、必要な抵抗が必ずしも一定しないこと、さらに抵抗は板状発熱体の大きさ、板厚によっても異なるため、この抵抗の大きさに直接影響する炭素繊維及び導電性微粉末の混入率は限定できないことになる。また、導電性微粉末はそ

の種類により導電性が異なることも、混入率を限定できない理由の一つである。但し、炭素繊維の混入率は混練時の分散性の面から考えると6重量パーセントが限度である。また、板状発熱体の性能とは係りなく、炭素繊維がスラリー中で切断せずかつ均一に分散する炭素繊維の限界混入率を調べたところ、固体分の5倍の水を加えた場合3重量パーセント、固体分の1.5倍の水を加えた場合6重量パーセントとなった。なお、この場合の配合条件は炭素繊維以外には叩解バルブ(30'SR)を5重量パーセント、残部をセメントとし、混練機には700RPMの回転羽を有するスラッシュバルバーを用いたが、この限界混入率は使用材料、配合条件、混練機の性能によっても多少異なることが予想される。

一方、石綿と叩解バルブはそれぞれ単独で、あるいは両者混合で使用できる。この石綿と叩解バルブには上記したようにセメント系無機材料、炭素繊維、導電性微粉末等の固体分を抄造成型の際に捕捉する役割を課しており、発熱体そのものの

性能に寄与しないプロセス繊維として位置付けている。

したがって、石綿を補強繊維として使用している石綿スレートや、バルブを補強繊維として使用しているバルブセメント板のように多量に混入する必要はなく、石綿と叩解バルブは単独使用、両者併用を問わず、固体分の5重量パーセント程度の混入率でよい。

しかし、この石綿、叩解バルブの混入率はセメント系無機材料、炭素繊維、導電性微粉末の種類や混入率によって異なること、さらに叩解バルブはその叩解度によって固体分の捕捉効果が異なることから、一概に混入率を限定することはできない。なお、石綿および叩解バルブはそれぞれ単独で使用した場合、固体分の2~5重量パーセントの範囲では板状発熱体の発熱特性には何ら影響を与えないことが本発明者らの実験の結果明らかとなっている。

固体分のうちセメント系無機材料として使用されるセメントと骨材は炭素繊維、導電性微粉末、

石綿、叩解バルブの残分として添加されるが前記したように炭素繊維、導電性微細骨材、石綿、叩解バルブの総固体分に対する混入率が限定できないので、これらセメントと骨材についても混入率を定めることが出来ない。

本発明では板状発熱体を抄造機にて成型する。抄造成型は周知のごとく、固体分に対し5~15倍の水を加えたスラリーを用いる。したがって、セメント材料の一般的な成型方法である流し込み成型をはじめ、特殊成型である押し出し成型よりも多量の水を用いることから固体分の分散が著しく改善されることになる。よって、本発明では炭素繊維をセメント系無機材料と少量の水とで混練する際、炭素繊維の分散性を向上させるために必ず添加しなければならなかったメチルセルローズを用いることなく炭素繊維が均一に分散することになり、経済性からも有利である。

以上のように本発明の如く抄造成型にて板状発熱体を製造すると、発熱に最も重要な役割を有している炭素繊維を均一に分散させることが可能と

なり、板内の発熱温度のバラツキを小さくすることが出来る。さらに、抄造成型では炭素繊維が二次元に配向することから、三次元配向となる従来の流し込み成型で得られた板状発熱体より炭素繊維を効率的に活用出来る。

板状発熱体はそれ自体が高強度であり、かつ供用時の寸法変化の小さいものが望ましい。これは、従来の発熱体は他の補強部材との組合わせで構成されることが多く、強度を特に考慮する必要がなかったのであるが、本発明の如く抄造法で作られたものは板厚の比較的薄いものが得られ、発熱体単体で使用されることもあるからである。

そこで、本発明ではセメントと骨材の混合比をモル比で0.4~1.5と調整した上、オートクレーブ養生を行うのである。オートクレーブ養生の条件は140~180℃×3~10時間が程度が好ましいのであるが、使用セメント、骨材種類、CaO/SiO<sub>2</sub>モル比により各々最適養生時間が異なることから、本発明では特に限定しない。

(実施例)

以下、本発明の実施例について説明する。

長さ6mmのビッチ系炭素繊維、導電性微粉末であるカーボンブラック、30°SRの叩解度を有する針葉樹叩解パルプ、普通ポルトランドセメント、微粉硅砂からなる固体分に10倍の水を加えてスラリー化し、これを丸網抄造機にて板厚5mmの板状体を得た。

このとき、前記炭素繊維は0.75、1.1、1.5、1.75、2.25、4.0重量パーセント、カーボンブラックは0.1重量パーセント、叩解パルプは3重量パーセントとし、また残分は普通ポルトランドセメントと微粉硅砂として、普通ポルトランドセメントと微粉硅砂との混合比はCaO/SiO<sub>2</sub>モル比が0.8となるよう調整して抄造を行った。

モル比の調整を具体的に示す。普通ポルトランドセメント1に対し、微粉硅砂がxとなる重量割合において第2表に示す組成より

$$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = \frac{11.29 + 0.02x}{3.58 + 15.13x} = 0.8$$

の式が成り立ち、xは0.7と求まる。すなわち普

通ポルトランドセメントに対する微粉硅砂の重量割合は0.7となる。

第2表 材料の組成とモル

種 類	CaO	SiO <sub>2</sub>
普通ポルトランドセメント	63.2	21.5
	11.29	3.58
微 粉 硅 砂	<0.1	90.8
	<0.02	15.13

(上段：重量％、下段mol/kg)

そして、抄造後の板状体を180℃×5時間のオートクレーブ養生し、その抵抗率を求めたところ下記第3表及び第1図に示すような結果が得られた。なお、比較例は実施例と同一材料にて流し込み成型で得た板状体の結果である。

第3表

抵抗率 (Ω・m)	0.800 0.200 0.056 0.045 0.018 0.013	>100 80.0 8.0 13.0 2.5 0.70
製 造 法	抄 造 法 + 180℃ ×5時間 オートクレーブ 養生	流し込み 流 注 法 + 180℃ ×5時間 オートクレーブ 養生
普通ポルトランドセメント・ 微粉硅砂(混合比 (CaO/SiO <sub>2</sub> 0.8))	残 分	残 分
針 葉 樹 叩 解 パ ル プ (30°SR)	3	0
カーボ ンブ ラッ ク	1	1
系 炭 素 纖 維 (長さ6mm)	0.75 1.1 1.5 1.75 2.25 4.0	0.75 1.1 1.5 1.75 2.25 4.0
	本 発 明	従 来

(単位：重量%)

上記第3表及び第1図より、本発明で得られる板状発熱体は流し込み成型で得られたものより同一配合の場合抵抗率が小さくことが判る。これは炭素繊維の配向に起因しており、同一抵抗率を得る場合の炭素繊維の混入率は本発明の抄造成型で得られる板状発熱体の方が流し込み成型で得られるそれより少なくなり、炭素繊維が効率的に利用できることが明らかである。

またカーボンブラックは下記第4表及び第2図に示す如く混入した方が抵抗率が小さくなるが、カーボンブラック1重量パーセントと無添加では余り抵抗率に差がない。ところが抄造成型で得られた板状発熱体の発熱温度バラツキはカーボンブラック無添加のものは±16～±20%に対し、カーボンブラックを1重量パーセント添加したものは±8～±10%と大幅に改善されていることが明らかとなった。なお、流し込み成型で得られた比較例の板状発熱体の発熱温度バラツキは±20～±40%であった。

他方、寸法変化率は0.09%と実用上問題のない

値が得られた。

第4表

ピッチ系炭素繊維(長さ6mm)	カーボンブラック	針葉叩解パルプ(30" SR)	普通和珪砂質・微粉状砂(混合比(CaO/SiO <sub>2</sub> 0.8)	製造法	抵抗率(Ωm)	発熱温度(°C)	寸法変化率(%)	オートクレーブ発熱の寸法変化(%)
0.75	0	3	残分	抄造法 + 180℃ × 5時間 オートクレーブ養生	2.0	17	0.09	0.40
0.75	1				0.80	8	"	"
1.1	0				1.2	16	"	"
1.1	1				0.20	8	"	"
1.5	0				0.80	16	"	0.36
1.5	1				0.056	10	"	"
1.75	0				0.15	19	0.08	"
1.75	1				0.045	9	"	"
2.25	0				0.10	20	"	0.32
2.25	1				0.018	10	"	"
本 発 明								

(単位:重量%)

次に本発明に係る板状発熱体の設計法の一例を示す。

ここで板状発熱体の寸法を幅600mm、長さ600mm、板厚5mmの板で発熱量400W/m<sup>2</sup>を得るとする。なお、印加電圧を100Vとし板状体1枚を発熱させると仮定すると、必要抵抗率は0.23 $\Omega$ mとなるため、第2図の結果から炭素繊維1.0重量パーセント、カーボンブラック1重量パーセントを配合すればよいことが判る。

また、同様に板状発熱体の寸法を幅300mm、長さ600mm、板厚6mmとし、必要発熱量を300W/m<sup>2</sup>とすると必要抵抗率は0.56 $\Omega$ mになる。したがって、前記したように板状発熱体の大きさ、板厚、印加電圧、接続方法等により必要抵抗率が異なり、さらに使用する導電性微粉末の種類と混入率によって抵抗率が異なることなどから、各種材料の配合条件は限定できないことが判る。

(発明の効果)

以上説明したように本発明は、従来の配合に石棉及び／又は叩解したパルプを混入することによ

って抄造成型が可能となり、その結果、炭素繊維、カーボンブラック等の導電性微粉末の疎密が流し込み成型に較べて少なくなる為、発熱のパラツキが減少する。また本発明によれば炭素繊維が二次元配向となる為、少量の炭素繊維で所望の発熱量が得られ、かつオートクレープ養生によって高強度な板が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

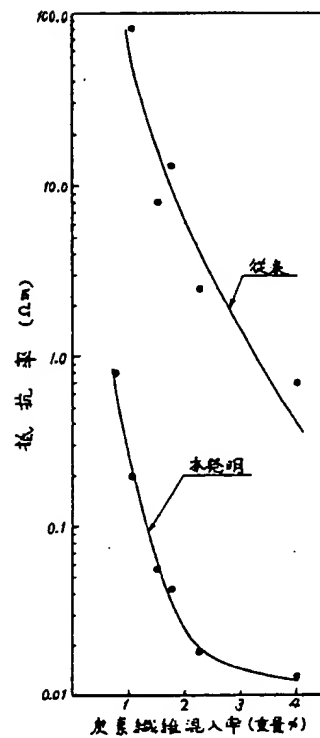
第1図及び第2図は本発明の実験結果の一例を示す図面である。

特許出願人 住友金属工業株式会社  
同 ナショナル住宅産業株式会社  
同 住金鋼材工業株式会社  
代理人 溝 上 満 好

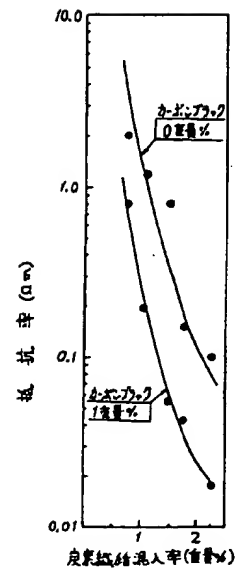
(ほか1名)



第 1 図



第 2 図



第1頁の続き

⑦発明者	榎原	正規	東京都千代田区大手町1丁目1番3号 住友金属工業株式会社内
⑦発明者	岡野	信夫	大阪府豊中市新千里西町1丁目1番12号 ナショナル住宅産業株式会社内
⑦発明者	河崎	英治	兵庫県尼崎市扶桑町2丁目1番地 住金鋼材工業株式会社内